

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-288870

(P2000-288870A)

(43) 公開日 平成12年10月17日 (2000. 10. 17)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 3 Q 11/12

11/00

識別記号

F I

B 2 3 Q 11/12

11/00

ターマコード* (参考)

E 3 C 0 1 1

C

E

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平11-101010

(22) 出願日

平成11年4月8日 (1999. 4. 8)

(71) 出願人 000154990

株式会社牧野フライス製作所

東京都目黒区中根2丁目3番19号

(72) 発明者 小池 伸二

神奈川県愛甲郡愛川町三増359番地の3

株式会社牧野フライス製作所内

(72) 発明者 井上 真一

神奈川県愛甲郡愛川町三増359番地の3

株式会社牧野フライス製作所内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

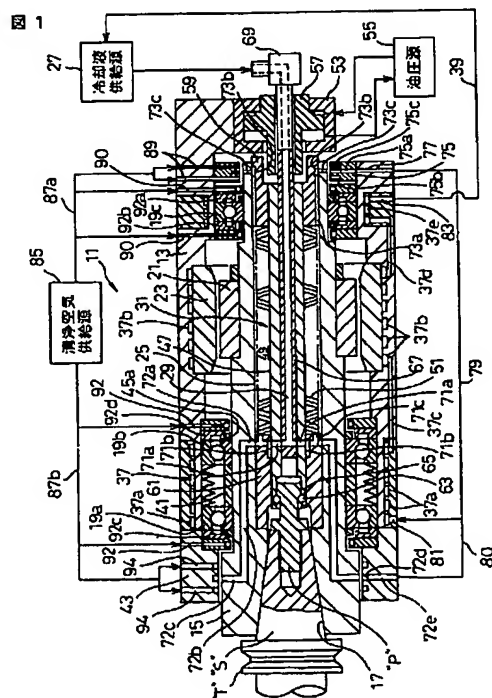
Fターム(参考) 3C011 FF01 FF06

(54) 【発明の名称】 回転軸装置

(57) 【要約】

【課題】 グリース潤滑の転がり軸受を備え、軸受からの発熱を効率よく冷却可能な回転軸装置を提供する。

【解決手段】 グリースを封入した転がり軸受19a、19b、19cによって回転支持された工作機械の主軸装置11において、主軸15内に冷却液を導入し、冷却液流路72b、73aによって転がり軸受の内輪側を冷却し、その冷却液をハウジング13の環状流路37a、37eにも巡らして転がり軸受の外輪側を冷却し回収する。更に、半径方向空気路90、92によって転がり軸受への冷却液や塵埃の侵入を防止する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ハウジングに回転可能に支持された回転軸を回転駆動する回転軸装置において、前記回転軸を少くとも2ヶ所で支持するグリース潤滑の転がり軸受と、回転軸装置の軸受部に塵埃、液体等の異物が侵入しないようにするコンタミネーションコントロール手段と、を具備することを特徴とした回転軸装置。

【請求項2】 前記コンタミネーションコントロール手段は、清浄空気供給源と、前記転がり軸受近傍で前記回転軸外周面に向けて清浄空気を噴出するエアースील部と、前記清浄空気供給源から前記エアースील部へ清浄空気を導入する管路とで構成される請求項1に記載の回転軸装置。

【請求項3】 前記コンタミネーションコントロール手段は、前記転がり軸受とエアースील部との間にグリース溜りを有するグリース止めを更に設けて成る請求項2に記載の回転軸装置。

【請求項4】 ハウジングに回転可能に支持された回転軸を回転駆動する回転軸装置において、前記回転軸を少くとも2ヶ所で支持するグリース潤滑の転がり軸受と、回転軸装置の軸受部に塵埃、液体等の異物が侵入しないようにするコンタミネーションコントロール手段と、前記転がり軸受の内輪側を冷却する内側冷却手段と、を具備することを特徴とした回転軸装置。

【請求項5】 前記内側冷却手段は、前記回転軸の軸芯に冷却液を流通させて前記転がり軸受から前記回転軸へ伝達された熱を冷却し、前記冷却液を外側へ回収する請求項4に記載の回転軸装置。

【請求項6】 ハウジングに回転可能に支持された回転軸を回転駆動する回転軸装置において、前記回転軸を少くとも2ヶ所で支持するグリース潤滑の転がり軸受と、回転軸装置の軸受部に塵埃、液体等の異物が侵入しないようにするコンタミネーションコントロール手段と、前記転がり軸受の内輪側を冷却する内側冷却手段と、前記転がり軸受の外輪側を冷却する外側冷却手段と、を具備することを特徴とした回転軸装置。

【請求項7】 前記内側冷却手段及び外側冷却手段は、冷却液を前記回転軸の軸芯に流通させて前記転がり軸受から前記回転軸へ伝達された熱を冷却し、前記冷却液を前記回転軸内から前記ハウジング側に受け渡し、前記転がり軸受の外輪近傍を流通させて前記転がり軸受から前記ハウジングへ伝達された熱を冷却し、前記冷却液を外側へ回収する請求項6に記載の回転軸装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、工作機械や産業機械の主軸や送りねじ軸などの回転軸装置に関し、特に、

ハウジング内にグリース潤滑された転がり軸受を介して回転可能に支持された回転軸装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 工作機械の高速で回転する主軸や送りねじ軸等の回転軸装置においては、軸受の潤滑と冷却が非常に重要となる。軸受に使用される潤滑方式には、グリース潤滑、オイルミスト潤滑、ジェット潤滑、アンダーレース潤滑などがある。これらの潤滑方式の内、グリース潤滑を除いては、軸受の潤滑のための潤滑液供給流路が別途設けられなくてはならない。

【0003】 グリース潤滑による密閉型の軸受は、専用の潤滑液供給流路を必要とせず、潤滑媒体であるグリースを軸受内に封入するのでメンテナンスが容易であり、供給される潤滑油により潤滑を行うオイルミスト潤滑やアンダーレース潤滑において発生する供給流路の途中での塵埃、液体等の異物の侵入による軸受の寿命の低下や故障の危険性がない。さらに、潤滑液による潤滑は攪拌抵抗が大きくなりがちであり、回転軸動力の損失が大きくなりやすいが、グリース潤滑は攪拌抵抗が小さいので、回転軸動力の損失が小さいという利点を有する。したがって、グリース潤滑の利用価値は依然として高い。

【0004】 しかしながら、グリース潤滑による密閉型の軸受においては、特に回転軸の高速回転時の軸受の発熱による回転部の温度上昇を抑制するための軸受の冷却が問題となる。

【0005】 この軸受の発熱を冷却する従来の技術として、例えば特公平2-5545、特公昭57-48335、特許第2677505号の各公報がある。特公平2-5545公報に開示の技術は、工作機械の主軸の外周に微小隙間を隔てて熱電素子を有した冷却装置を配置し、熱電素子のペルチエ効果によって主軸の熱を吸熱し、熱電素子の外周部に冷却油を巡らし、吸熱した熱を主軸ハウジング外へ排出する回転軸の冷却構造である。

【0006】 特公昭57-48335公報に開示の技術は、工作機械の主軸内の空間に蒸発性作動流体を封入したヒートパイプを備え、ヒートパイプの後端に冷却フィンを設けて主軸の熱を奪熱する工作機械のヒートパイプ付主軸である。特許第2677505号公報に開示の技術は、主軸後方から導入した潤滑油で主軸を軸芯側から冷却するとともに、軸受にアンダーレース潤滑を施す。更に潤滑油を軸芯側からハウジング側へ渡し、軸受及びビルトインモータをジャケット冷却する工作機械の主軸装置である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 上記特公平2-5545公報及び特公昭57-48335公報の従来技術では、軸受のグリース潤滑には言及しておらず、仮にこれら従来技術の軸受がグリース潤滑であったにしても、そのシール手段を含めたコンタミネーションコントロールについては言及していない。また、特許第267750

5号公報の従来技術では、潤滑油によるアンダレース潤滑を採用しているため、潤滑油の長い管路途中からの異物の侵入確率が高くなり、コンタミネーションコントロールが大変難しい問題があるのと、アンダレース潤滑の流量コントロールが難しく、往々にして供給過多となり攪拌抵抗による発熱が大きくなるという問題がある。

【0008】一般的にグリース潤滑の軸受は、高速になるとグリースの温度上昇で潤滑性が低下し、これによって更に温度が上昇してグリースが炭化し、硬い粒子となる。これが油膜を破壊しメタルコンタクト状態となり焼付き現象が生じる。従って適正な冷却、コンタミネーションコントロール及び負荷の管理を行えば、高速で長時間回転可能な回転軸装置が得られる可能性に着目した。

【0009】本発明は、軸受のグリース潤滑を見直し、グリースは攪拌抵抗が少ない適正なグリース量の管理がし易い点、グリースは、軸受内に封入した後はコンタミネーションコントロールがし易い点を生かし、軸受の冷却をうまく行って、可能な限りの高速でかつ高荷重に耐え得る回転軸装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上述の目的に鑑みて、本発明によれば、ハウジングに回転可能に支持された回転軸を回転駆動する回転軸装置において、前記回転軸を少くとも2ヶ所で支持するグリース潤滑の転がり軸受と、回転軸装置の軸受部に塵埃、液体等の異物が侵入しないようにするコンタミネーションコントロール手段と、を具備することを特徴とした回転軸装置が提供される。

【0011】一つの実施形態においては、前記コンタミネーションコントロール手段は、清浄空気供給源と、前記転がり軸受近傍で前記回転軸外周面に向けて清浄空気を噴出するエアシール部と、前記清浄空気供給源から前記エアシール部へ清浄空気を導入する管路とで構成される。別な実施形態においては、前記コンタミネーションコントロール手段は、前記転がり軸受とエアシール部との間にグリース溜りを有するグリース止めを更に設けて成る。

【0012】また、本発明によれば、ハウジングに回転可能に支持された回転軸を回転駆動する回転軸装置において、前記回転軸を少くとも2ヶ所で支持するグリース潤滑の転がり軸受と、回転軸装置の軸受部に塵埃、液体等の異物が侵入しないようにするコンタミネーションコントロール手段と、前記転がり軸受の内輪側を冷却する内側冷却手段と、を具備することを特徴とした回転軸装置が提供される。

【0013】別な実施形態においては、前記内側冷却手段は、前記回転軸の軸芯に冷却液を流通させて前記転がり軸受から前記回転軸へ伝達された熱を冷却し、前記冷却液を外側へ回収する。更に、本発明によれば、ハウジングに回転可能に支持された回転軸を回転駆動する回転軸装置において、前記回転軸を少くとも2ヶ所で支持す

るグリース潤滑の転がり軸受と、回転軸装置の軸受部に塵埃、液体等の異物が侵入しないようにするコンタミネーションコントロール手段と、前記転がり軸受の内輪側を冷却する内側冷却手段と、前記転がり軸受の外輪側を冷却する外側冷却手段と、を具備することを特徴とした回転軸装置が提供される。

【0014】別な実施形態においては、前記内側冷却手段及び外側冷却手段は、冷却液を前記回転軸の軸芯に流通させて前記転がり軸受から前記回転軸へ伝達された熱を冷却し、前記冷却液を前記回転軸内から前記ハウジング側に受け渡し、前記転がり軸受の外輪近傍を流通させて前記転がり軸受から前記ハウジングへ伝達された熱を冷却し、前記冷却液を外側へ回収する。

【0015】

【作用】上述した構成によれば、グリースにより軸受が潤滑され、コンタミネーションコントロール手段によってグリースへの異物の侵入が防止されて、転がり軸受の回転部におけるメタルコンタクトは発生しない。更に内側及び外側冷却手段によって軸受の発熱が抑えられる。これにより、例えば工作機械の高速主軸や送りねじ軸がグリース潤滑の軸受で支持でき、軸受まわりの構造が簡単化するとともに、液体の潤滑油を使用していた場合には重力による潤滑油の漏れの問題で難かった立形やチルティング形の高速回転軸装置が実現できることになる。

【0016】本発明の回転軸装置の実施形態を工作機械の主軸装置を例にして図面に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明による工作機械の主軸装置の実施形態を示す断面図、図2は、図1のフロント軸受部の拡大断面図、図3は、図1のリア軸受部の拡大断面図である。図1において、本発明の実施形態による主軸装置11は、前方から後方へと延びる中心軸線を有するハウジング13と、この中心軸線に沿って回転可能に保持される主軸15とを備える。この主軸15は、前端側に工具ホルダT等が装着されるテーパ孔形の装着孔17を有し、ハウジング13の前方位位置に設けられた間座41で相互に離間された一対の回転軸受19a、19b（フロント軸受）と、後方に設けられた回転軸受19c（リア軸受）とによって回転可能に支持されている。これらの回転軸受19a、19b、19cは、グリース潤滑されている転がり軸受である。グリースのベースオイルは鉱油系、合成油系などがあり、転がり軸受の転動体と軌道との間に形成される油膜厚さは、ベースオイルの種類、粘度、運転温度などによって決まる。油膜厚さは通常1 μ m前後である。グリースは、クリーンルームで軸受に封入され、ベースオイルの油膜厚さより大きなごみの混入を防止されるようにコンタミネーションコントロールされる。稼動中も後述のコンタミネーションコントロール手段によって、塵埃や液体などの異物の侵入が抑制される。また攪拌抵抗を極力少くした適量封入するのが好しく、グリース量管理もなされる。

【0017】ハウジング13の前方には軸受押え43が設けられ、回転軸受19aの前方側に設けられた止めカラー44aと回転軸受19bの後方側に設けられたナット45bとの間で両回転軸受19a、19bを定位位置に固定している。回転軸受19cは、主軸15に止めカラー44bとナット45bにはさまれて固定されている。

【0018】本実施形態では、主軸15の中心孔25の内部にドローバー47を有した工具ホルダT等の着脱機構が設けられ、同工具ホルダTのテーパシャンクSの後端に設けられたプルスタッドPと協働して当該テーパシャンクSを装着孔17に着脱自在に装着する機構が設けられている。すなわち、ドローバー47は、主軸15の後端側から後述のテーパシャンクSのアンクランプ駆動用として配設される作動手段により前方へ押し込まれると、テーパシャンクS後端のプルスタッドPの把持を解放して装着孔17から取り外し可能にし、作動手段の押し込み解放時にばね室49内に配設された皿ばねや板ばね等の戻しばね51によってドローバー47が引き戻されると、テーパシャンクSのプルスタッドPを介して工具ホルダT等を装着孔17内方へ引き付けて装着状態とするものである。

【0019】上記の作動手段は、例えば、主軸装置11の後端側に配置された流体圧シリンダ装置53によって形成され、同シリンダ装置53は、内部に油圧源55による圧力流体の供給、排出に応動するピストン57が設けられ、このピストン57が前進すると、ドローバー47を前方へ押圧し、このとき、同時に同ドローバー47に螺合、一体化された可動スリーブ59が前進してその前端側で上記戻しばね51を押圧してばね反力を蓄積する。また、ピストン57が後退すると、戻しばね51に蓄積されたばね反力によって、ドローバー47は、主軸15後端側へ後退動作を行う。

【0020】ここで、主軸15の前方部では、ドローバー47の外周に案内スリーブ61が設けられ、同案内スリーブ61の先端には、ドローバー47の先端に収納されたコレット動作用の工具把持ボール63の逃げ孔65が形成され、同工具把持ボール63がテーパシャンクSのプルスタッドPと係合、解離して工具ホルダT等を把持する過程で工具把持ボール63を受容、退避させる構造になっている。

【0021】上記案内スリーブ61は円筒形状を有し、後述する冷却液流路の一部を形成する流路形成環として主軸15の前端域に形成された肩部に当接、支承された状態で固定設置されており、この案内スリーブ61の内方の端面は、上記の戻しばね51の受座を形成している。主軸15の後端側において、上述した可動スリーブ59は、同じく、円筒状の流路形成環として主軸15の後端側に可動に嵌合配設され、この流路形成環をなす可動スリーブ59の前端側は既述のように、戻しばね51の受座を形成しており、後端側は主軸15の後端からや

や軸線方向に突出している。

【0022】さらに、本実施形態の主軸装置11は、その内部に駆動モータを内蔵した自立駆動型的主軸装置として形成されている。従って、主軸15の中央領域にはロータ21が固着され、このロータ21と半径方向に所定の間隙を隔ててステータ23がハウジング13に固着された状態で取付けられ、該ロータ21とステータ23の電磁相互作用により、主軸15を種々の回転速度で回転作動又は制動する構成を有している。

【0023】本実施形態においては、主軸15の半径方向の中心部、すなわち、ドローバー47の中心孔内を貫通して装着された冷却液導入管67が設けられており、この冷却液導入管67は内部に冷却液供給流路29をなす冷却液流路を有し、且つ、後方端においては、流体圧シリンダ装置53のピストン57を貫通して主軸装置11の外部に突出し、ロータリージョイント69に接続されている。冷却液圧送機能を有する冷却液供給源27から供給される冷却液は、このロータリージョイント69を経て冷却液導入管67の冷却液供給流路29内に送入されている。

【0024】冷却液導入管67の冷却液供給流路29は主軸15の前方へと延び、回転軸受19a、19bの近傍に位置する該冷却液導入管67の前端部で半径方向へ分岐し、ドローバー47及び案内スリーブ61を半径方向に貫通する適数の分岐路71aを経由して、同案内スリーブ61の内周に形成された環状のポケット71bに連通している。さらに、前記環状ポケット71bは案内スリーブ61の内端、すなわち、戻しばね51のばね座面に貫通された連絡流路71cを経てばね室49内に連通している。環状ポケット71bは主軸15の軸線方向に長く形成され、したがって、工具ホルダTを把持又は解放するためにドローバー47を主軸15の軸線方向に前進又は後進させても、冷却液が同ポケット71bからばね室49に確実に流通する。

【0025】ばね室49は、主軸15の中心孔の内壁と、ドローバー47の外壁と、案内スリーブ61の後端壁と、可動スリーブ59の前端壁とによって画定される環状の空間であり、したがって、主軸15又はドローバー47に対する特別な加工を必要としない。また、ばね室49は、上述のように、冷却液導入管67の冷却液供給流路29に連絡流路71cを介して連通しており、同ばね室49は、さらに、主軸15の後端側で、可動スリーブ59に形成された適数の軸線方向の冷却液流通溝73aに連通して軸芯冷却流路31を形成し、したがって、冷却液がこの冷却液流通溝73aに流入する。

【0026】このように、冷却液は、冷却液導入管67や、前後の案内スリーブ61及び可動スリーブ59の内部流路、ばね室49を流動する間に、主軸15の回転中に主として回転軸受19cから主軸15へ伝達した摩擦熱、及び駆動モータからの発生熱を主軸内部（軸芯）か

ら奪熱、冷却し、主軸15を介して間接的に回転軸受19c及び駆動モータを冷却する作用を行う。さらに、主たる冷却流路となるばね室49が環状形状をなすので、均一な冷却作用が達成され、冷却液の流動が容易になることから冷却の効率も向上する。

【0027】連絡流路71cは、主軸15に適数本形成した冷却液流路72a、72b、72cにも連通している。冷却液流路72a、72b、72cを流通した冷却液は、主に回転軸受19a、19bからの発生熱を奪熱する。以上が本発明の内側冷却手段に相当する。主軸15の後方の可動スリーブ59の冷却液流通溝73aに流入した冷却液は、さらにその冷却液流通溝73aの後端で、軸線方向に長く形成された環状のポケット73bから主軸15の後端の壁に穿設された半径方向流路73cを経て、主軸15の後端とハウジング13の後方部との間に介挿、固定された環体75に形成された半径方向流路75a、ハウジング13の後端の冷却液流路77を経て、外部冷却液管路79に流入する。さらに、これらの半径方向流路73c、半径方向流路75a、冷却液流路77、外部冷却液管路79等で形成される副循環流路を経て、ハウジング13の前方部の回転軸受19a、19bの外周領域に渦巻き状に形成、連通する環状流路37aに流入口81を介して流入し、ハウジング13の前方部の回転軸受19a、19bの回転時に発生する熱をハウジング13を介して奪取して、該前方部の回転軸受19a、19bを冷却する作用を行う。

【0028】この場合にも、上記ポケット73bが軸線方向に長く形成されていることから、可動スリーブ59の前後進時でも、冷却液は、確実に可動スリーブ59の半径方向流路73cを経て環体75の半径方向流路75aに流入し、故に、主軸15の前方への冷却液の回流が途絶えることはない。一方、冷却液流路72cからベアリング押え43の内周に形成した環状溝72dに受け渡された冷却液は冷却液流路72eを経て外部冷却液管路80に流入する。外部冷却液管路80の冷却液は、外部冷却液管路79に合流して、流入口81からハウジング13側に導入される。

【0029】本実施形態においては、環状流路37aを流動してハウジング13の前方部の軸受外周領域を冷却した冷却液は、さらに、上記軸受外周領域の上記環状流路37aと同様な内蔵モータのステータ23の外周領域のハウジング13中に設けられた環状流路37bを流動し、したがって、駆動モータの発生熱を奪取し、この領域のハウジング部分を冷却する作用をも行う。なお、環状流路37aと環状流路37bとは流路37cを経て連通している。更に冷却液は、流路37dを通り、回転軸受19cの外周部に形成された環状流路37eに流通し、ハウジング13の後方部の軸受外周領域を冷却する。

【0030】そして、このようにハウジング13を冷却

した冷却液は、ハウジング13の一部に設けられた排出口83から冷却液回収流路39をを経て液吸入機能を有した既述の冷却液供給源27に帰還する。前方部の回転軸受19a、19bの外周領域、内蔵モータのステータ23の外周領域及び後方部の回転軸受19cの外周領域の環状流路37a、37b、37e及び前記三つの環状流路を接続する流路37c及び37dによりハウジング冷却流路37を形成している。

【0031】ハウジング冷却流路37もまた、環状形状又は上記のような渦巻き形状に形成することでハウジング13においても均一な冷却作用が得られる。ハウジング13の外周部における加工は一般的に容易であることは言うまでもない。以上が本発明の外側冷却手段に相当する。他方、本実施形態においては、清浄空気供給源85に接続する空気路87aからハウジング13の後端領域に穿設された半径方向空気路89を経て、清浄な圧縮空気が環体75の冷却液用の半径方向流路75aの両側に形成された二つの環状空気路75b、75cに噴出し、後方の可動スリーブ59の冷却液流路73aからポケット73b、主軸15の半径方向流路73cを半径方向に流動して環体75の半径方向流路75aへ流動する冷却液に対してエアーシール作用により漏出防止作用を行い、主軸15後端の外部へ冷却液が漏出するのを防止する機構を有している。エアーシール作用による冷却液の漏出防止は、周知のオイルシール手段に置換することも可能であるが、圧縮空気を使用したエアーシールによる封止は、工作機械の加工現場等に一般的に配設されている圧力空気源を利用できる点で便宜であると共に、非接触式であって、摩擦及び摩擦がないという利点を有する。また、空気路87aから分岐した清浄な圧縮空気は、半径方向空気路90、90を通り、主軸15外周との微小間隙から吹き出し塵埃や液体等の異物が回転軸受19c内に侵入するのを防止するエアーシールが設けられている。回転軸受19cの両側と半径方向空気路90、90の間にはそれぞれグリース止め92a、92bが介在しており、ラピンスによりグリースの漏出を防止している。グリース止め92a、92bの軸受側には、図3に図示するように、グリース溜り用の環状凹溝を有している。また半径方向空気路90の主軸15外周に対面する開口部は、環状の凹溝に形成されている。

【0032】一方、清浄空気供給源85から空気路87bを通りハウジング13の前方領域のベアリング押え43に穿設された2本の半径方向空気路94、94に清浄な圧縮空気を供給する。これによって冷却液が冷却液流路72cから環状溝72dに渡る際の漏出を防止するエアーシールを形成している。更に空気路87bから分岐した清浄な圧縮空気は、半径方向空気路92、92を通り、主軸15外周との微小間隙から吹き出し塵埃、液体等の異物が回転軸受19b内に侵入するのを防止するエアーシールが設けられている。回転軸受19a及び19

bの両側には、グリース止め92c、92dが介在しており、ラビリンスによりグリースの漏出を防止している。グリース止め92c、92dの軸受側には、図2に図示するように、グリース溜り用の環状凹溝を有している。また半径方向空気路92の主軸15外周に対面する開口部は、環状の凹溝に形成されている。この清浄空気供給源、空気路87a、87b、半径方向空気路90、92、グリース止め92a、92b、92c、等が軸受部に塵埃、液体等の異物を侵入させないようにするコンタミネーションコントロール手段を構成している。

【0033】以上の説明から明らかなように、本実施形態による主軸装置11においては、冷却液供給流路29である冷却液導入管67を挿入されたドローバー47の外壁と主軸15の中心孔25の内壁との間の空間に軸芯冷却流路31が形成されることで冷却液流路の構造が単純化され、その形成が容易になり、同時に均一な軸芯冷却が得られる。

【0034】さらに、冷却液流路が主軸15の中心部から最外被のハウジング13における回転軸受保持部の周囲の滞熱領域へ迂回、形成されていることから、主軸15及びハウジング13を介して回転軸受保持部を効率的に冷却する作用を行うことができる。しかも、このとき、主軸15の内側や内部の諸部材を冷却する間に吸熱して温暖化した冷却液が最外被のハウジング13へ回流され、該ハウジング13からさらに奪熱、冷却を行う構成をとるので、主軸装置11の内部を比較的冷たい冷却液が冷却し、外部をやや温められた冷却液で冷却するので、回転軸受19a、19b、19cを保持する外側要素のハウジング13から強い締付け力が作用することがない。この結果、主軸15の長時間運転をも可能にするという利点を得ることができる。

【0035】本実施形態の回転軸受19a、19bは、背面組合せのアンギュラコンタクトベアリングを採用している。一組の外輪間には、想定されるアキシアル荷重より若干大きな弾性力を有した圧縮ばね95を介在させ、予圧を付与している。これによって軸受温度が例え上昇して軸受間隔が広がったとしても、予圧が抜けてしまうことがなく、安定して負荷を受けることができる。

【0036】本実施形態においては、ロータリジョイント69から冷却液を導入し、ドローバー47の軸心に冷却液を流通させる構造を採用したが、これに代えて、ロータリジョイント及びドローバーの軸心にはスルースピンドルクーラントを流通させ、軸受の冷却液はスルースピンドルクーラント流通パイプの外側を通る様に導入させる構成を採用しても良い。また軸芯冷却ではなく、従来技術で述べたヒートパイプを主軸内に設ける方式や熱電素子を主軸外周に微小間隙を保って設ける方式の内側

冷却手段を採用しても良い。更に主軸に直接的に冷却流体を吹き付ける内側冷却手段を採用しても良い。更に本実施形態では、主軸回転駆動モータをハウジング内に設けたが、ハウジング外に設ける方式にしても良い。

【0037】主軸は水平方向を向いている必要はなく、垂直方向を向いた立形主軸あるいは、主軸の向きが変化するチルティング主軸やスイベル主軸であっても、潤滑液の漏出の恐れはない。また送りねじ軸も高速送りの要求とともに高速で回転する傾向にあり、その両端部を支持する回転軸受の潤滑をグリースで行い、コンタミネーションコントロール手段、内側冷却手段及び外側冷却手段を備える構成にすることができる。更に工作機械に限らずその他産業機械等の回転軸装置に本発明は適用できる。

【0038】

【発明の効果】本発明によれば、グリースにより軸受が潤滑され、コンタミネーションコントロール手段によってグリースへの異物の侵入が防止されて、転がり軸受の回転部におけるメタルコンタクトは発生せず、軸受の長寿命化が図れる。更に、内側及び外側の冷却手段によって軸受からの発熱が冷却される。これにより、従来液体潤滑油でないと不可能とされていた高速回転軸装置がグリース潤滑で実現できる。そして潤滑手段の構成が簡単化でき、潤滑手段の保守も簡単になる効果がある。また、回転軸の設置方向が水平に限らず、垂直でも任意の角度でも潤滑油の漏出の恐れなく採用でき、適用範囲の広い回転軸装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を工作機械の主軸装置に適用した場合の実施形態を示す断面図である。

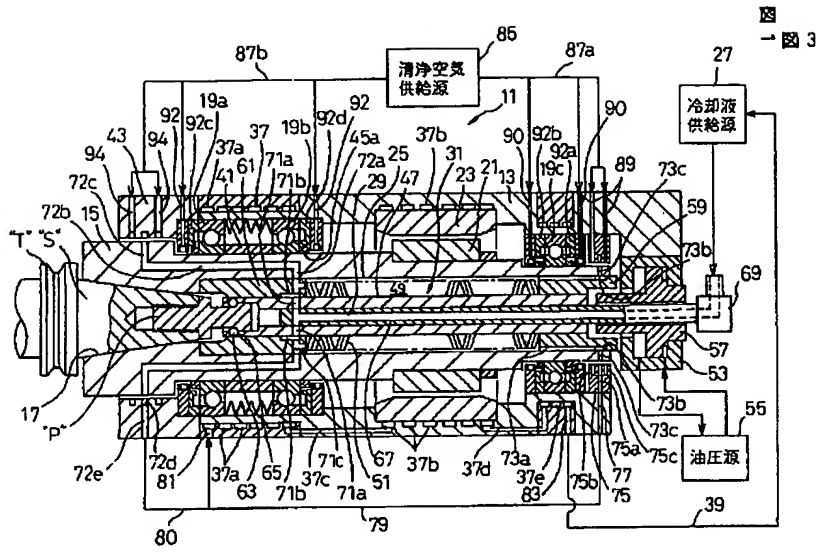
【図2】図1のフロント軸受部の拡大断面図である。

【図3】図1のリヤ軸受部の拡大断面図である。

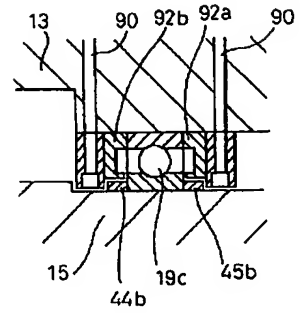
【符号の説明】

- 11…主軸装置
- 13…ハウジング
- 15…主軸
- 19a、19b、19c…回転軸受
- 27…冷却液供給源
- 29…冷却液供給流路
- 31…軸芯冷却流路
- 37…ハウジング冷却流路
- 39…冷却液回収流路
- 47…ドローバー
- 85…清浄空気供給源
- 87a、87b…空気路
- 90…半径方向空気路
- 92…半径方向空気路

【図1】



【図3】



【図2】

